

Le raisonnement et les avancées techniques permettent de réduire la fertilisation azotée : le cas de Farmstar-colza®

Fabien LAGARDE
Luc CHAMPOLIVIER

CETIOM, Direction technique
<lagarde@cetiom.fr>

Associée au développement des productions dites « intensives » jusqu'à une période récente, la fertilisation azotée constituait pour les agriculteurs – avec la variété – le facteur majeur de production. Le raisonnement visait alors à obtenir le rendement maximum, en acceptant le risque de surfertiliser fréquemment. Le plus souvent, dans un contexte de prix élevé (politiques de soutiens agricoles par le prix) associé à un faible coût à l'unité de d'azote, cette stratégie s'est avérée rentable pour les producteurs, abstraction faite de l'impact des apports sur la qualité des eaux. Ce mode de raisonnement a commencé à évoluer à partir de l'adoption de la directive « Nitrates » (91/676/CEE) le 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Celle-ci impose la création sur le territoire national de zones qualifiées de « vulnérables » définies en fonction du risque de pollution des eaux par les nitrates, et pour lesquelles l'État se doit de définir et mettre en œuvre un plan d'action spécifique pour la maîtrise du risque.

Un contexte qui incite prescripteurs et agriculteurs à mieux raisonner

En France, c'est à partir de 1993 qu'un décret a rendu obligatoire la mise en œuvre de ce plan intitulé *Code national des bonnes pratiques agricoles*. Celui-ci se fixe comme objectif de gérer prioritairement les situations où sont observées

Abstract: *The practices of nitrogen fertilization are really changing, due to the new farming context including environmental, economical, and energetic constraints. In 2005, 90 % of the producers said they used a method to adapt nitrogen supplies in their fields and more than 40 % among them used the CETIOM method "réglette azote".*

Since 2004, a new system, called Farmstar-colza® based on satellite observation has been developed by Infoterra France, a subsidiary of the EADS group. With this technology, it's possible to draw a map of the fields with nitrogen supply advices and to practice modular apply on the crops. Moreover, this technology increases the precision of the crop nitrogen absorption assessment.

Therefore, in the future it seems possible to improve the estimated need of nitrogen to grow oil seed rape in order to get a good energetic balance with an optimum oil rate as well as high yields.

Key words: *Farmstar-colza, oilseed rape, fertilization, nitrogen*

des fertilisations excessives en azote, et tout particulièrement en zone d'élevage, en raison des excédents structurels liés à cette activité. À partir de 1996, 3 séries de plans d'actions départementaux obligatoires se sont succédé – de 1996 à 2000, de 2001 à 2003 et de 2004 à 2007 – en évoluant vers des mesures de plus en plus contraignantes vis-à-vis de la gestion et du raisonnement de la fertilisation azotée. Enfin, il faut noter que la majorité de la sole colza française est située en zone vulnérable (zonage actualisé de 2004 : *figure 1*) et que sur les parcelles concernées, les producteurs doivent maintenant pouvoir justifier de bonnes pratiques de fertilisation azotée.

Plus récemment, cette prise en compte du contexte environnemental pour la gestion de l'azote sur les cultures a été couplée avec une hausse en tendance du prix de l'énergie qui est perçue par la majorité des opérateurs comme durable. Cette hausse a pour conséquence d'agir mécaniquement sur le coût de l'intrant azote qui est indexé sur le prix de l'énergie, et de favoriser une accélération des politiques nationales pour développer les biocarburants en lien avec la directive Biocarburants adoptée au niveau européen. Le colza dont la composition en huile est particulièrement adaptée à la fabrication de biodiesel, se développe actuellement préférentiellement sur ce marché. Aussi, la filière biodiesel à partir du colza se doit donc de prendre en compte la notion de bilan énergétique. Or, au niveau de la parcelle de production agricole, le poste azote minéral dont le

coût énergétique est élevé, représente une part importante du bilan.

Ainsi, le raisonnement actuel de la fertilisation azotée doit prendre en compte de nouveaux paramètres pour intégrer les changements intervenus dans le contexte de production.

La dose optimale peut encore être optimisée

Une des conséquences directe de cette évolution, est que l'optimum de fertilisation devient de plus en plus éloigné du rendement maximum observé sur la courbe de réponse à l'azote. Le prix de l'azote, une prise de risque plus importante pour réduire la fréquence de surfertilisation, l'effet dépressif de l'azote sur la teneur en huile et le niveau de prix de la graine sont autant de facteurs qui jouent sur la détermination de la dose optimale d'azote à apporter à la culture.

A titre d'exemple (*tableau 1*), à partir des références de courbes de réponses à l'azote disponibles au Cetiom – 89 situations de 1991 à 1999 – si l'on calcule à partir de chacune de ces situations la dose optimale définie comme étant la dose à partir de laquelle l'augmentation du rendement ne compense plus l'augmentation des charges liée au coût de l'engrais supplémentaire, alors, pour deux hypothèses de prix de vente – 22 ou 30 € le quintal – et 3 hypothèses de prix de l'engrais – 0,6, 1 ou 1,5 € l'unité – alors on observe qu'au prix de vente actuel (220 €/t), pour valoriser un apport supplémentaire de 10 unités d'azote, il faut

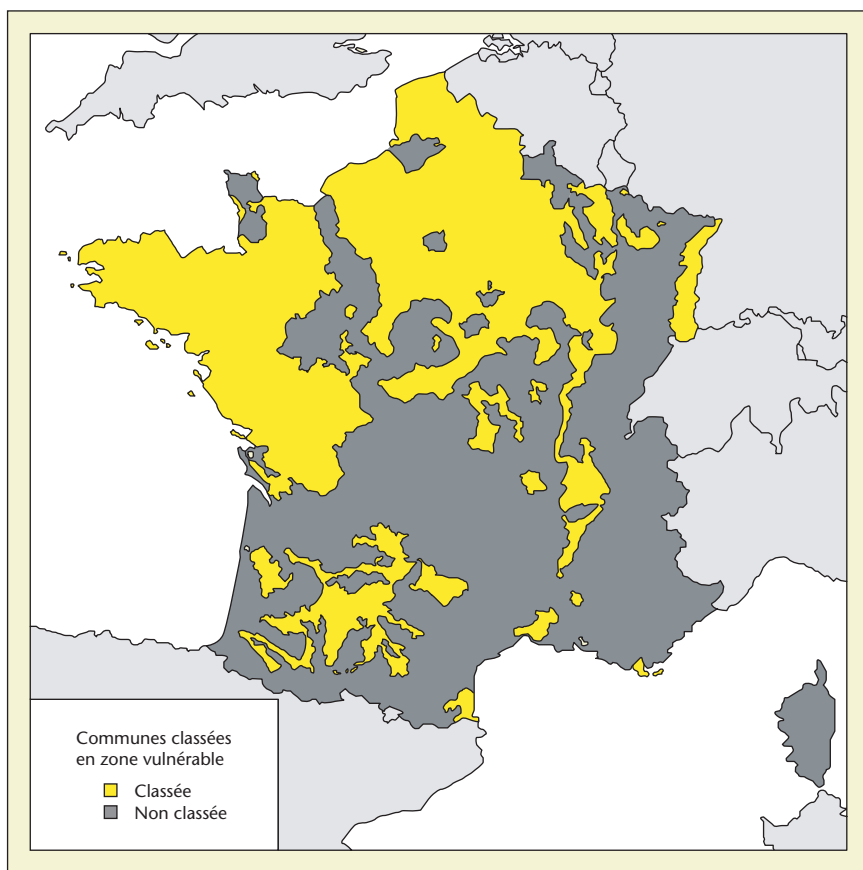


Figure 1. Les zones vulnérables en France. Source : ministère de l'Écologie et du Développement durable (Direction de l'eau).

respectivement un gain de 0,27 q/ha ou 0,68 q/ha quand le coût de l'azote passe de 0,6 à 1,5 €. Concrètement, cela signifie que pour une dose optimale d'apport de 100 unités/ha calculée à partir d'un coût de l'engrais à 0,6 € l'unité, celle-ci passe à 50 unités/ha environ lorsque le coût de l'engrais atteint 1,5 € au cours actuel de vente des graines (220 €/t).

Les modèles généralement mis à disposition des producteurs sont ajustés à partir d'une hypothèse de prix de l'engrais très faible qui permet de considérer que la dose optimale est légèrement inférieure à la dose qui permet d'obtenir le rendement maximal sur la courbe de réponse à l'azote, et ce quel que soit le prix de vente des graines. À l'avenir, pour affiner les préconisations, il peut donc être nécessaire d'introduire le prix de vente des graines et le coût de l'engrais comme variables d'entrée pour le calcul de la dose optimale.

Le modèle du bilan prévisionnel pour calculer la dose optimale à appliquer au colza d'hiver est le suivant :

$$E = (b \times \text{rendement prévisionnel en q/ha}) + R_f - N_h - R_h - M$$

avec : E : dose N à apporter

b : besoin (en azote en kgN absorbé/q de graines aux normes).

R_f : reliquat d'azote minéral du sol à la récolte du colza.

R_h : reliquat d'azote minéral du sol à l'ouverture du bilan.

M : minéralisation nette de l'azote au printemps.

N_h : azote absorbé par les plantes entières à l'ouverture du bilan.

Classiquement, les principales sources d'erreurs commises par les producteurs (et leurs conseillers) lors de la mise en œuvre de ce modèle portent :

- Sur l'estimation du rendement prévisionnel permis par la parcelle. En effet, plutôt que de prendre le rendement généralement observé sur la parcelle, les producteurs privilégient le rendement maximum exceptionnellement atteint sur ce type de parcelle, ce qui conduit parfois à surestimer les besoins en azote de la culture de 30 à 40 unités.

- Sur l'estimation de N_h. L'azote absorbé par le couvert à la sortie de l'hiver, peut être relativement variable au sein même de la parcelle agricole comme le montre la figure 2 et, contrairement aux céréales, ce terme du bilan ne peut pas être négligé. Aussi, la mise en œuvre de la méthode par pesée pour estimer ce paramètre, qui sur le terrain consiste à prélever 2 à 3 placettes d'une surface élémentaire de 0,5 à 1 m² de colza puis de les peser en vert pour estimer la biomasse fraîche aérienne moyenne formée s'avère souvent peu représentative de l'ensemble de la parcelle agricole, surtout pour des biomasses élevées supérieures à 1 kg/m². Par ailleurs, souvent durant l'hiver, le colza perd des feuilles à la suite de séquences de gel, pertes qui sont d'autant plus fortes que le colza est développé. Or, environ la moitié de l'azote perdu est valorisée par le couvert au printemps. Aussi, une estimation entrée et sortie hiver est nécessaire pour les évaluer, ce qui est rarement réalisé.

- Sur l'estimation de la minéralisation nette de l'azote au printemps (M) sur les parcelles avec apports réguliers de matières organiques.

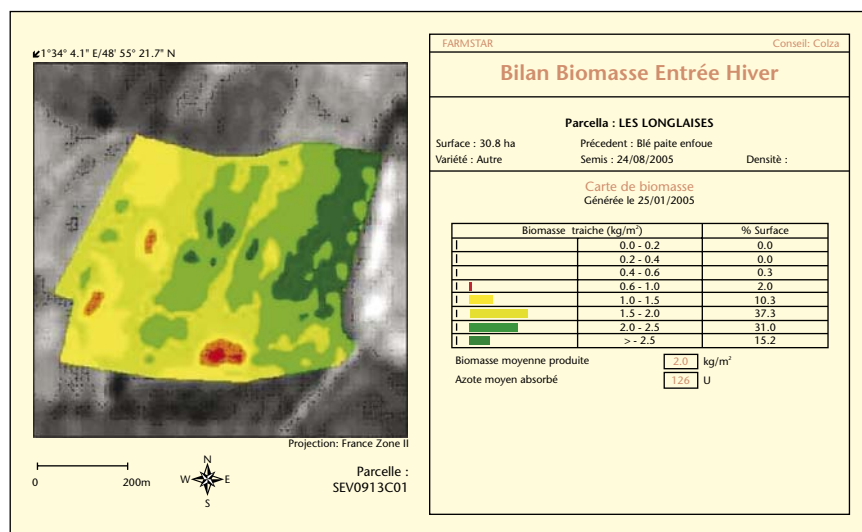


Figure 2. Cartographie de la biomasse d'une parcelle.

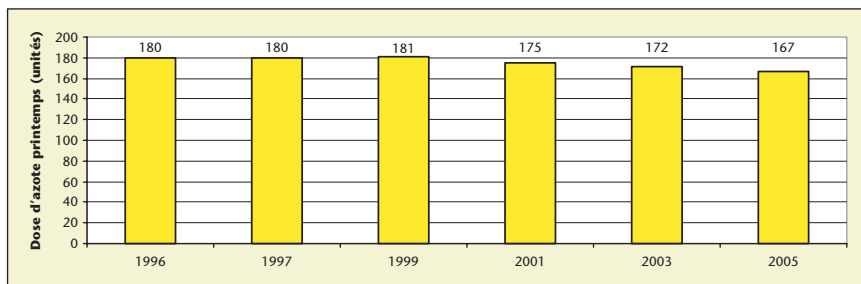


Figure 3. Évolution de la dose d'azote minéral de printemps (unités).

En expérimentation, on observe une très forte variabilité de ce paramètre, en fonction de l'historique de fertilisation organique de la parcelle. Or, L'outil « réglette azote », qui est mis à la disposition des producteurs est sur ce point assez grossier et a tendance à sous-évaluer parfois nettement ce paramètre.

Une réelle prise de conscience des enjeux par les producteurs

En 2005, dans nos enquêtes sur les pratiques, 45 % des producteurs disent observer visuellement leur colza à la sortie de l'hiver (60 % en 2003), 41 % disent effectuer une pesée (31 % en 2003, 25 % en 2001) et 9 % déclarent utiliser une méthode satellitaire. Ainsi, on constate que le raisonnement de la fertilisation azotée par les producteurs est devenu la pratique courante et que la pesée au champ préconisée pour évaluer l'azote absorbé à l'ouverture du bilan a bien progressé.

Ces progrès dans la mise en œuvre du raisonnement ont tendance à se traduire en moyenne par une baisse de la fertilisation azotée qui est sensible à partir de l'année 2001 (figure 3). Les 9 % de producteurs qui déclarent avoir mis en œuvre une méthode de raisonnement à base d'observation satellitaire ont par le biais de leur organisme collecteur souscrit un abonnement au produit Farmstar-colza®. Cette nouvelle méthode, très majoritairement diffusée par la société Infoterra France (filiale d'EADS Astrium) en collaboration avec le Cetiom, met en œuvre les technologies les plus récentes au service des producteurs.

Le produit consiste à utiliser les informations fournies par les capteurs embarqués sur satellites pour estimer précisément l'azote absorbé par les parcelles à l'entrée et à la sortie de l'hiver (paramètre N_h du bilan). Un traitement spécifique de l'image brute à l'aide d'un modèle de transfert radiatif permet de calculer l'indice foliaire du colza sur chacun des pixels de l'image. Cet indice foliaire est ensuite converti en biomasse fraîche accumulée à l'aide d'une relation tenant compte de l'architecture des

plantes, de l'écartement entre les rangs... La biomasse fraîche est ensuite utilisée comme donnée d'entrée pour calculer la quantité d'azote absorbé, grâce aux coefficients utilisés dans la réglette azote. C'est ainsi que pour chacune des parcelles de colza d'une scène Spot, l'azote absorbé est cartographié (figure 2).

En couplant cette information aux autres termes du bilan, une carte de préconisation spatialisée est réalisée (figure 4). L'accès à cette information cartographiée constitue un progrès important pour le raisonnement de la fertilisation azotée, car elle permet la modulation des apports sur la parcelle ainsi que l'estimation de l'azote absorbé sur l'ensemble de la surface de la parcelle. Dans les enquêtes réalisées auprès des clients de Farmstar-colza® bien que non équipés de systèmes spécifiques pour moduler les apports, une large majorité déclare pratiquer une modulation en découpant leur parcelle en 2 ou 3 sous-parcelles.

Bien entendu, il est possible de fournir aux agriculteurs équipés la préconisation spatialisée sur support informatique dans un format compatible avec les principaux systèmes de pilotages proposés sur le marché. 2000 ha en

Tableau 1.

	q/ha en plus pour 10 unités en plus	
Prix de vente des graines (euros/q)	22	30
Prix de l'engrais (euros/unité)		
0,6	0,27	0,20
1	0,45	0,33
1,5	0,68	0,50

2006 font l'objet d'un apport modulé automatiquement à partir d'un fichier numérique couplé à un GPS.

Par ailleurs, le produit Farmstar-colza® utilise un module de calcul informatisé pour calculer la dose optimale d'azote à apporter. Il peut donc être facilement intégré de nouveaux paramètres permettant d'affiner le calcul de la dose préconisée. Le module de calcul actuel est la reprise des règles contenues dans le produit réglette azote colza, mais il est prévu dès la campagne 2007/2008 de l'enrichir pour affiner l'estimation des paramètres du bilan. Deux termes du bilan seront améliorés : d'une part, l'estimation des besoins totaux à satisfaire, en affinant l'estimation des besoins unitaires par quintal et, d'autre part, l'estimation de la minéralisation nette au printemps.

Conclusion

Des progrès indéniables ont été réalisés ces dernières années dans les pratiques de la fertilisation minérale sur les cultures de colza d'hiver. Dans un premier temps, les grands principes du raisonnement de la fertilisation

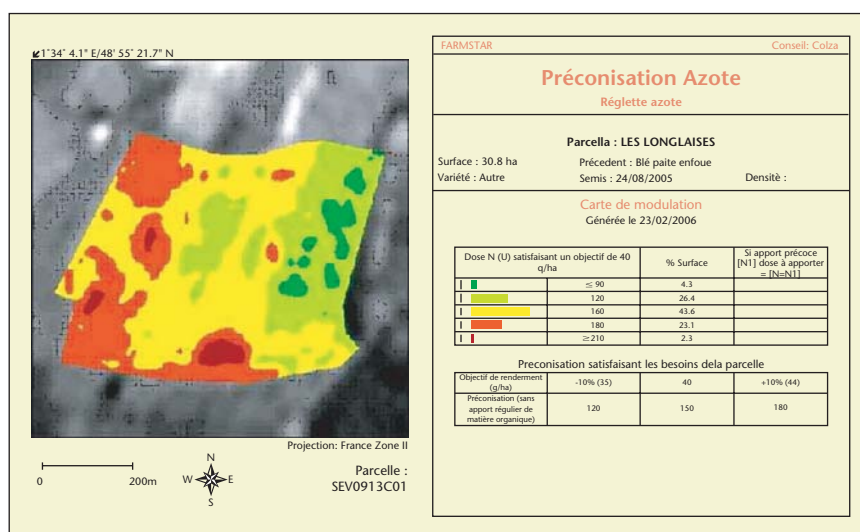


Figure 4. Carte de préconisation spatialisée.

azoté du colza ont été assimilés. À savoir, que plus le colza est gros à la sortie de l'hiver, plus la dose pivot généralement apportée sur la parcelle pouvait être réduite. L'introduction de la réglette azote avec la méthode dite par pesée, leur a permis d'affiner cette notion et de bien percevoir, que d'une année sur l'autre, la fertilisation sur une même parcelle pouvait varier très sensiblement. Une marge de progrès existe encore, de l'ordre de 10 à 20 unités en

moyenne sur les secteurs de grandes cultures et nettement plus sur les zones de polyculture élevage. Le développement récent de Farmstar-colza® leur a permis de découvrir et de quantifier la variabilité qui existe au sein même des parcelles, notamment avec des colzas très développés, où l'observation visuelle de surface est nettement insuffisante pour percevoir les différences. L'accès à la modulation des apports sur les parcelles, qui est accessible

avec ces nouvelles technologies, est maintenant l'étape qui reste à généraliser pour améliorer l'efficacité des apports d'azotes par les cultures. Cette technique permet un meilleur ajustement des apports, toutefois le gain sur la dose moyenne à l'hectare reste modeste. La progression très sensible des surfaces concernées par le produit – 3 000 ha en 2003 et plus de 80 000 ha en 2006 – permet de penser que nous sommes sur la bonne voie. ■